



TITLE:

超弦理論とはなにか？

AUTHOR(S):

吉田, 健太郎; 津村, 浩二; 坂本, 純一; 京野, 秀紀

---

CITATION:

吉田, 健太郎 ...[et al]. 超弦理論とはなにか？. 京都大学アカデミックデイ2016: ポスター/展示 2016

ISSUE DATE:

2016-09-18

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/216778>

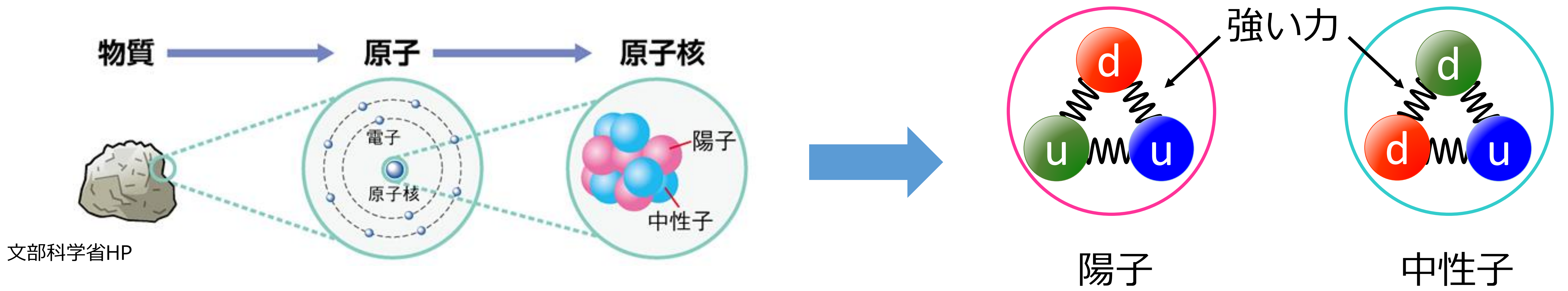
RIGHT:



# 素粒子ってなに？

素粒子 = 物質を構成する最小構成要素

物質のたまねぎ構造      分子、原子、電子、原子核、クォーク、・・・

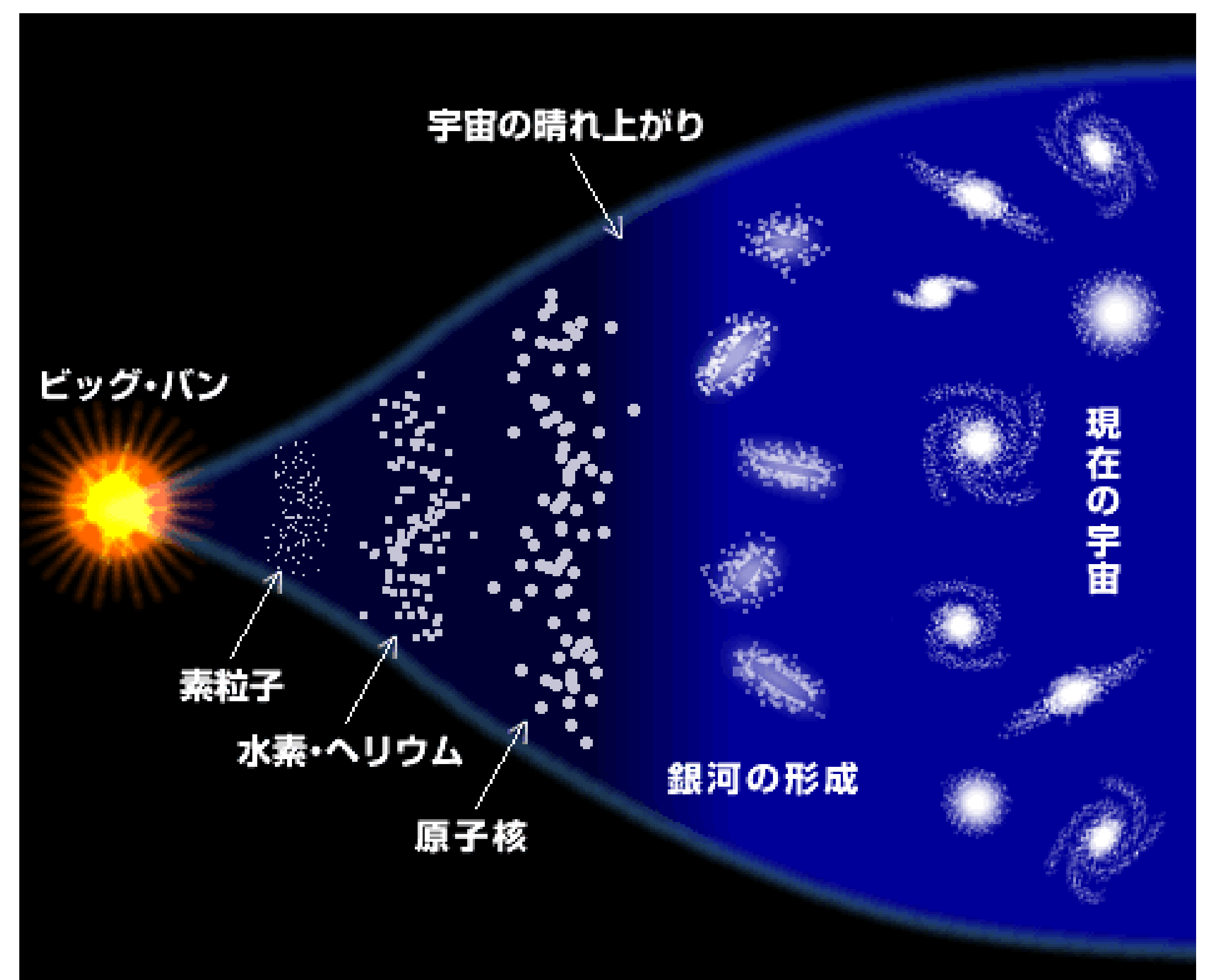


## 素粒子は宇宙のはじまりとも関係

どこまで小さくさかのぼれるの？

我々の住む宇宙は膨張している。  
つまり、宇宙のはじまりは小さな点

最も小さな素粒子が最も大きな宇宙と関係



国立科学博物館 HP

## 素粒子の一覧表

日本科学未来館 HP

フェルミ粒子			ゲージ粒子		
クォーク	u アップ	c チャーム	t トップ	$\gamma$ フォトン	
	d ダウン	s ストレンジ	b ボトム	$g$ グルーオン	
	e <sup>-</sup> 電子	$\mu^-$ ミュー粒子	$\tau^-$ タウ粒子	$W^+$ W <sup>+</sup> ボゾン	$W^-$ W <sup>-</sup> ボゾン
レプトン	$\nu_e$ 電子ニュートリノ	$\nu_\mu$ ミューニュートリノ	$\nu_\tau$ タウニュートリノ	$Z^0$ Z <sup>0</sup> ボゾン	

2012年発見

2013年ノーベル物理学賞



左：アングレール、右：ヒッグス

## 自然界の4つの力

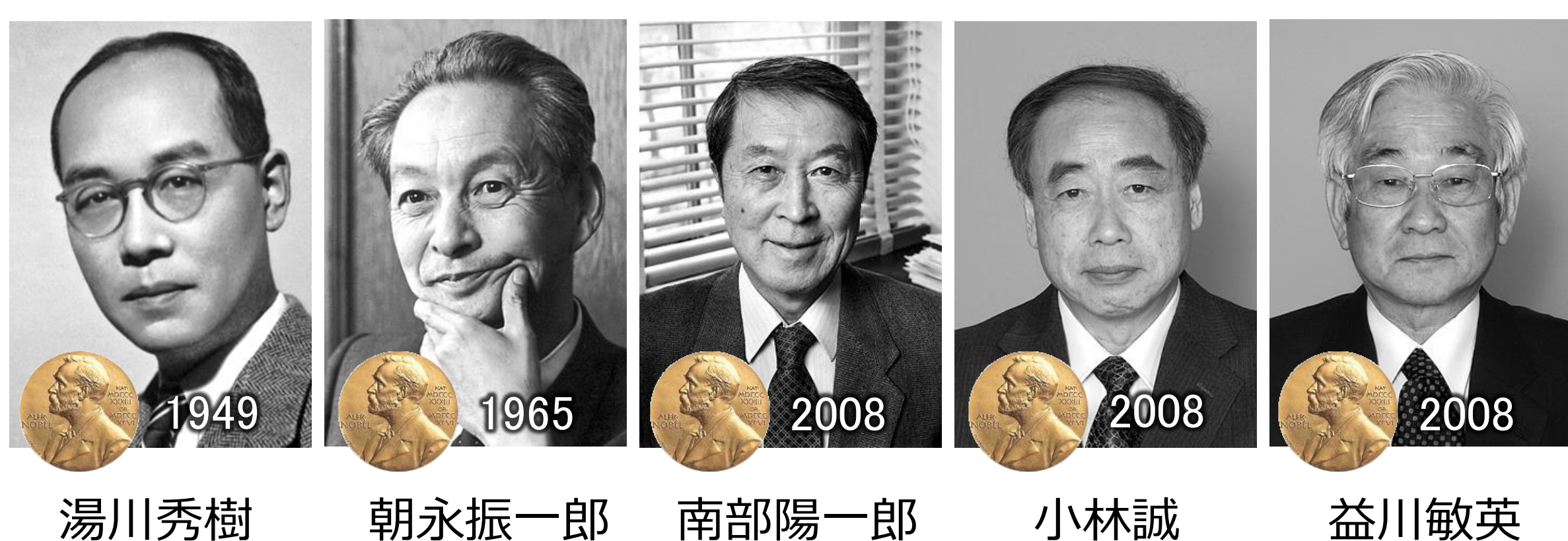
- |         |                       |
|---------|-----------------------|
| 1. 電磁気力 | 光子 (フォトン)             |
| 2. 弱い力  | W <sup>±</sup> 粒子・Z粒子 |
| 3. 強い力  | グルーオン                 |
| 4. 重力   | 重力子 (未発見)             |

ゲージ粒子が力を媒介

湯川秀樹のアイデア

日本人ノーベル賞受賞者、多数！

<http://www.nobelprize.org/>

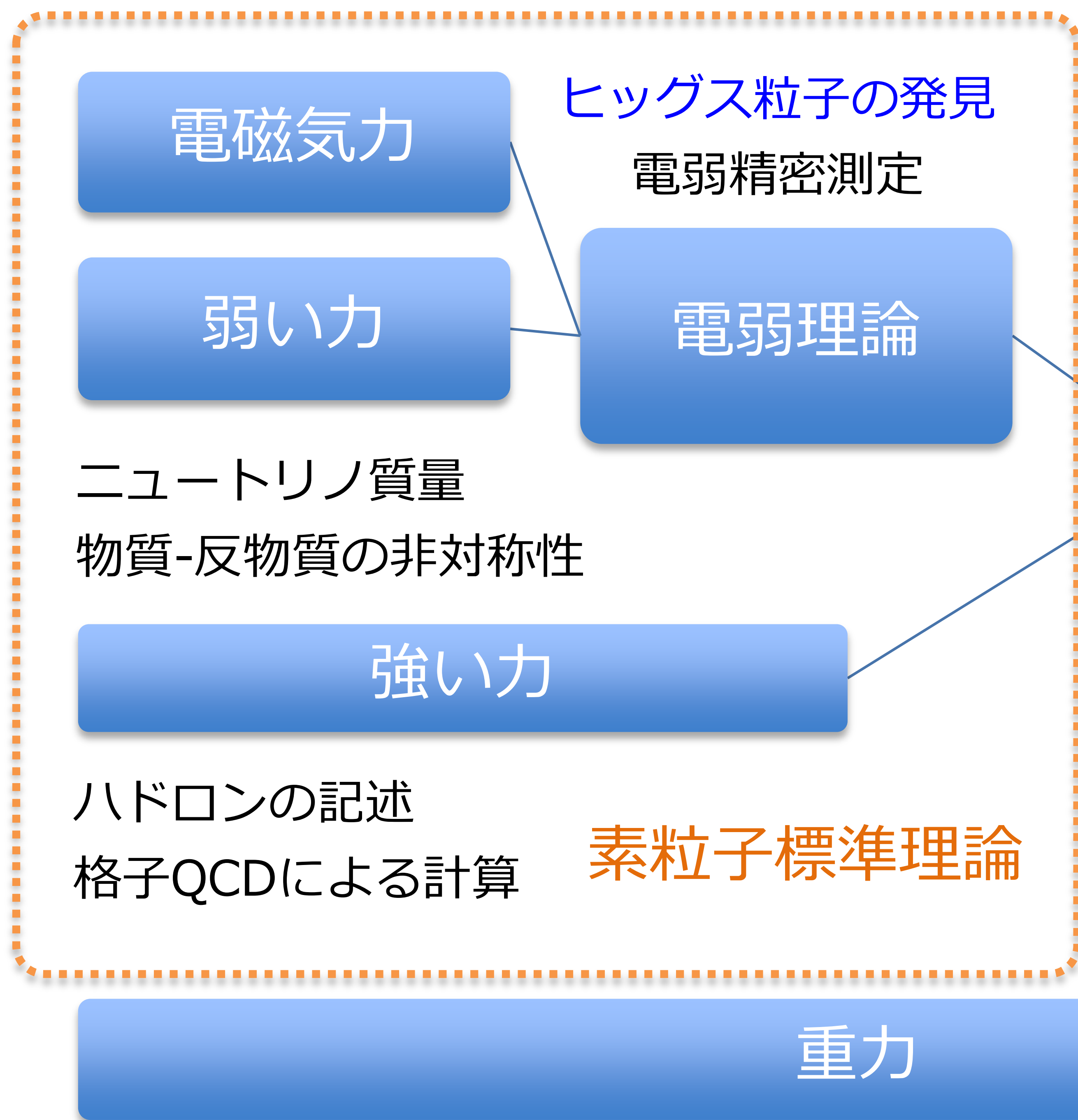




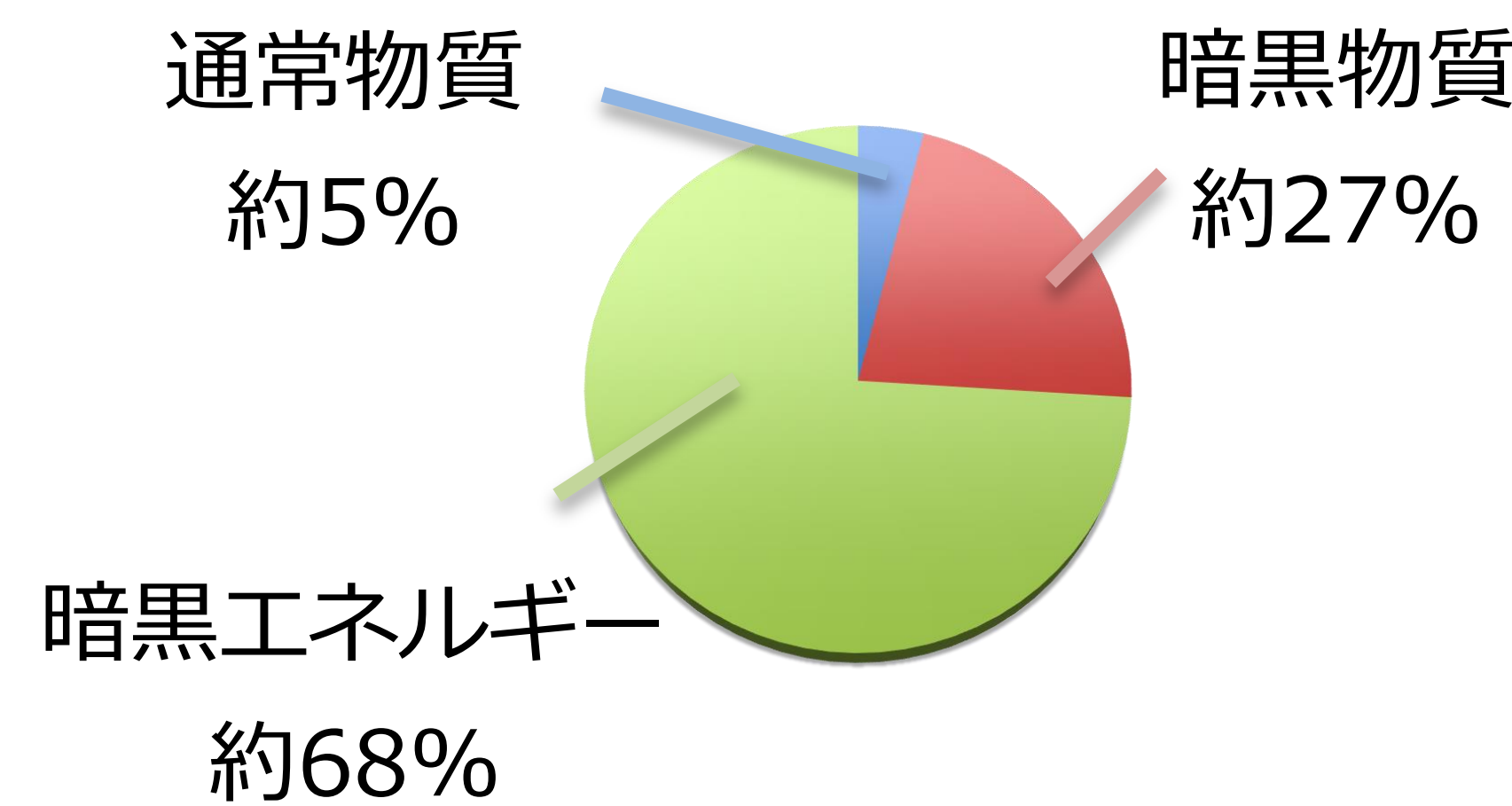
# 究極理論への夢

## 質量の起源

実験による検証： LHC物理、重力波  
(超対称性？, 余剰次元？)



## 宇宙における物質とエネルギーの組成



## 物質場の統一

## 三つの力の統一

宇宙物理, 原子核理論,  
物性物理, 量子情報,  
数理物理とも関連

## 超弦理論

## 物質と時空の統一

行列模型、弦の場の理論  
ホログラフィ原理など

エネルギースケール  $10^3\text{GeV}$  (1TeV)  $10^{16}\text{GeV}$   $10^{19}\text{GeV}$

## 超弦理論とは？

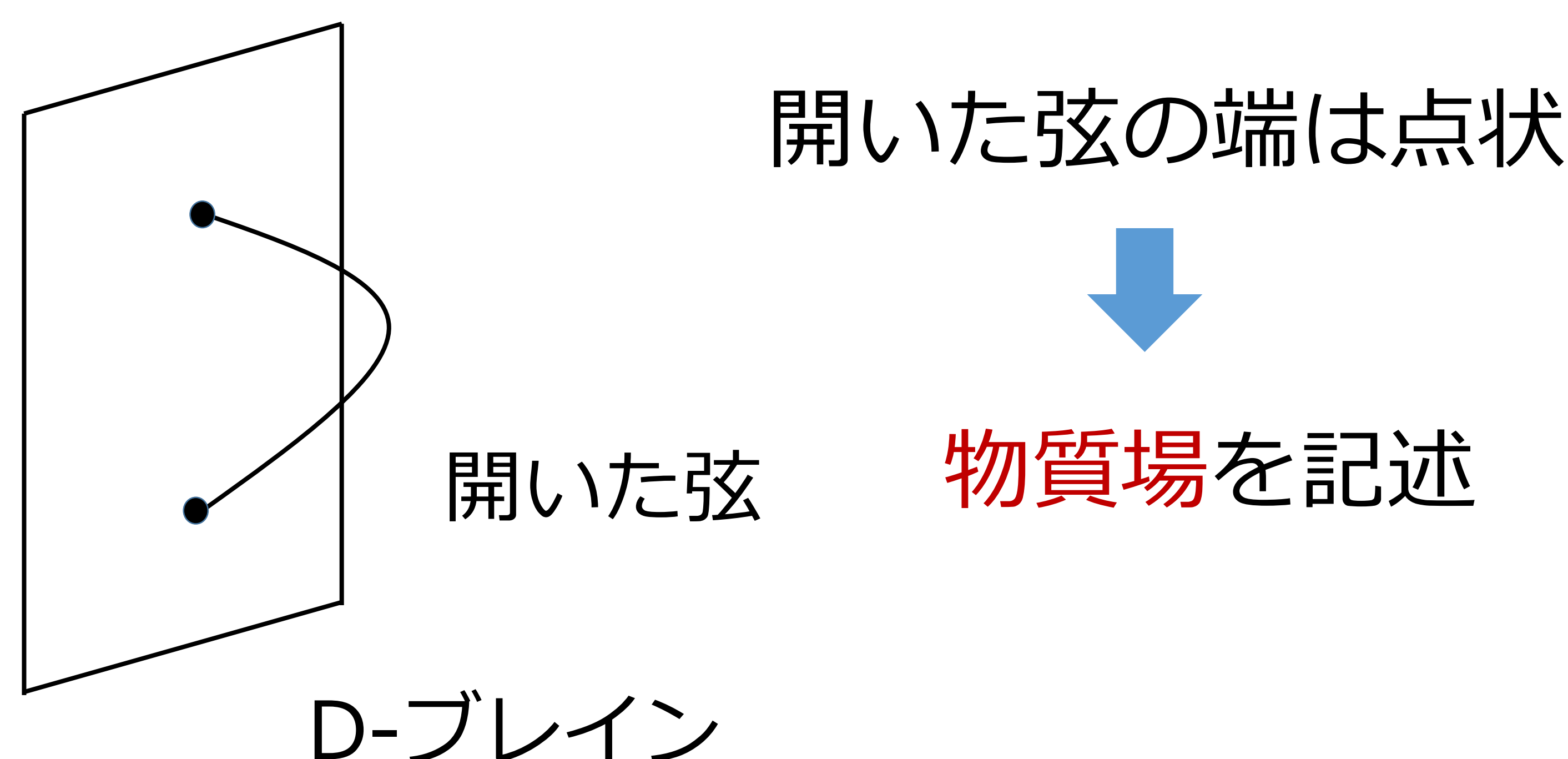
- 基本要素は微小な弦 → 遠くから見たら点状
- 弦の振動の異なる振動 ↔ 異なる粒子

## 2種類の弦

- 閉じた弦  
→ 重力子
- 開いた弦  
→ 光子

## 高次元の物体

開いた弦はD-ブレーンに端をもつ



## 超弦理論の特徴

- 理論の整合性から、時空の次元や時空の構造が決定される。  
例: 10次元時空
- 弦の長さにより、量子重力理論の紫外発散の問題を回避。

## しかし、超弦理論は未完の理論

## 超弦理論の課題

我々の世界との関係は？  
宇宙の起源を解明できるか？